

ISSN: 2074-9554 (Print)

Journal of Al-Frahedis Arts

available online at: <http://www.jaa.tu.edu.iq>

JOFA
Journal
of Al-Frahedis Arts

Linguistic converting sound waves into electrical signals in the auditory system mechanism

آلية تحويل الموجات الصوتية اللغوية إلى إشارات كهربائية في الجهاز السمعي

Lec. Dr. Muhanad Ahmed Hasan

م.د. مهند أحمد حسن حمادي

E-mail: fara_arts@ tu.edu.iq

Article info.

Article history:

-Received

-Accepted

Keywords:

- Sound Waves

- Electrical Signals

Abstract: This paper – the subject of the study – is a modern phonetics study . It shows the ear of the human beings , how to receive the linguistic voice waves and change them into electrical signs . It is divided into two units ; the first one is to study the ear physiologically and its most important parts. Whereas the second one is to show the ear operations when it receives the voice waves . The results of this paper are:

1. It is unsuitable to say that the ear job is only hearing since crescent canals – parts of the internal ear – has the main role in giving the body balance .
2. When most of the researchers show their study of the audio system , they hesitate and seem unclear in using terms .

Thanks to God Who said " Indeed in that is a reminder for whoever has a heart or who listens while he is present (in mind) " [Qaf: 37] .

الخلاصة: يُعدُّ هذا البحث – موضوع الدراسة – دراسة صوتية حديثة، تتم فيها عرضُ الأذن الإنسانية، وطريقة استلامها للموجات الصوتية اللغوية وتحويلها إلى إشارات كهربائية، وذلك في بحثين؛ الأول جاء لدراسة الأذن فسيولوجياً والتعريف بأهم أجزائها، أمَّا الثاني فانتقل إلى

الحديث عن العمليات التي تجري في الأذن عند استلامها للموجات الصوتية؛ ومن أهم نتائج البحث ما يأتي:

1. لعلّه من غير المناسب أن نقصر وظيفة الأذن على السمع فقط؛ ما دامت القنوات الهلالية - أحد أجزاء الأذن الداخلية - لها الدور الأكبر في حفظ توازن الجسم.
 2. يلحظ على الباحثين عند عرضهم للجهاز السمعي، عدم الاتفاق على مصطلح معين، وهو أمر لا يخلو من التذبذب وعدم الوضوح.
- والحمد لله عزّ من قائلٍ **چ د ث ت ث د ث** **ث د ث ف ف فچ** [ق: ٣٧]

المقدمة:

أحمد الله على نعمة الإسلام، وأصلي وأسلم على خير الأنام نبيّنا محمّد، وعلى آله وصحبه أهل العزّ والمقام، أمّا بعد

فقد بات معلوماً لأكثر طلبة العلم الآلية التي يتم بها إنتاج الأصوات اللغوية، ولعلّ سبب ذلك إفاضة الكتب والمصادر قديماً وحديثاً الحديث عن هذه العملية، فلا يكاد مؤلّف من المؤلفات يخلو من تتبع للأصوات ابتداءً من الوترين وانتهاءً بالشفقتين، لكن ماذا عن أذن السامع للأصوات؟ وهي المرحلة الثالثة بعد آلة النطق والهواء الناقل للأصوات؛ للإجابة عن هذا السؤال وجَدْنَا أنَّ ما كتبه الأصواتيون لا يسعف سائلاً، اللهم إلّا ما وجدناه في كتب الصوت الحديثة والحديثة جداً، فارتأيت أن أعرض في هذه الدراسة الصوتية الحديثة الأذن الإنسانية وأبين طريقة استلامها للموجات الصوتية اللغوية وتحويلها إلى إشارات كهربائية .

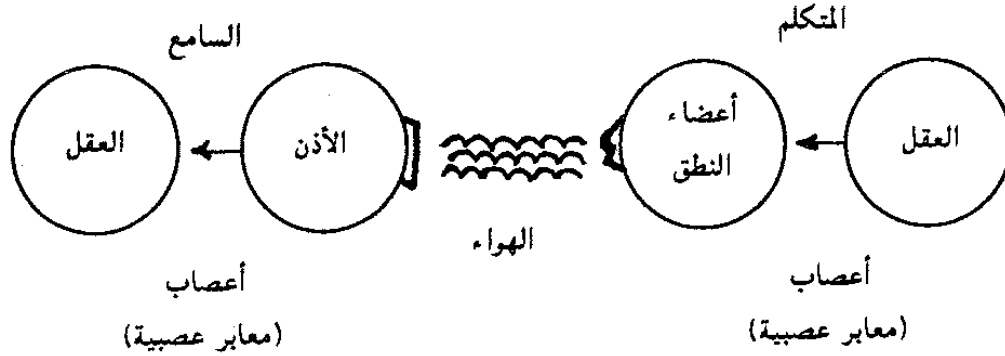
وقد بدأت أولاً بدراسة الأذن فسيولوجياً والتعريف بأهم أجزائها، ثم انتقلت إلى الحديث عن العمليات التي تجري في الأذن عند استلامها للموجات الصوتية؛ معتمداً بذلك على ما كتبه علماء الأصوات المحدثون؛ منهم الدكتور سعد عبد العزيز مصلوح في (دراسة السمع والكلام)، والدكتور عبد العزيز أحمد علام في (علم الصوتيات)، والدكتورة فانت خليل محاجزي في (محاضرات في علم الأصوات) .

والله أسأل الهداية والتوفيق .

التمهيد

تُعَدُّ الأذن الوسيلة الوحيدة التي يعتمد عليها الطرف الثاني من طرفي عملية الاتصال اللغوي، فالمخاطب يستقبل الكلام - كإشارات فيزيائية - ويدركه، وبعد أن يتم له ذلك يأخذ في تحديد الاستجابة وبيان موقفه ممّا أدركه وحصله، فيصبح المخاطب متكلِّماً، والمتكلِّم مخاطباً، وبدون الأذن لا تتم عملية التخاطب⁽¹⁾.

وأهمية دور السامع في العملية الكلامية لا تقل عن أهمية دور المتكلم⁽²⁾، والشكل الآتي يُبين حركة العملية الكلامية من أولها إلى آخرها .



الشكل رقم (1)

حركة العملية الكلامية

من كتاب: دراسة الصوت اللغوي لأحمد مختار عمر، ص 45 .

وإذا كانت مسألة الوظيفة الرئيسة لجهاز النطق والتي من أجلها جعله الله سبحانه وتعالى لدى الإنسان قد حُسِمَتْ؛ فإننا نجد من أثار هذا الأمر أيضاً في جهاز السمع، فما الغاية الرئيسة التي من أجلها جعل الله تبارك وتعالى للإنسان أذناً ؟

يقول الدكتور عبد العزيز أحمد علام: ((إذا كنا قد عرفنا لأعضاء النطق وظيفة رئيسية تتمثل في ما يقوم به عضو النطق نحو الجسم بما تتطلبه حياته، ووظيفة ثانوية هي ما يقوم به في عملية الكلام، فإنَّ لجهاز السمع أو للأذن وظيفة واحدة، خلقت من أجلها وأعدت لأدائها وهي: (السمع)⁽³⁾ .

ولعلَّ ما ينقله الدكتور العلام هنا محلَّ نظر، فإنَّ لأذن الإنسان فضلاً عن السمع أثراً مهماً في حفظ توازن الجسم؛ وهو أمر سنقف عليه في ما نعرضه من صفحات لاحقة . ولما كان علم الأصوات السمعي مختصاً بدراسة الاستماع إلى الموجات الصوتية واستلامها في الأذن وفق جانبيين:

- أ- جانب عضوي، ويتركز في دراسة فسيولوجية physiology الأذن وما يرتبط بها من أجهزة السمع .
- ب- جانب نفسي، ويتركز في دراسة سيكولوجية الاستماع من حيث التأثير في المستمع، واستجابته للمتكلم، ومن حيث العمليات العقلية التي تجري في ذهنه لتفسير الكلام⁽⁴⁾؛ رأينا أن نبدأ بدراسة الأذن فسيولوجياً .

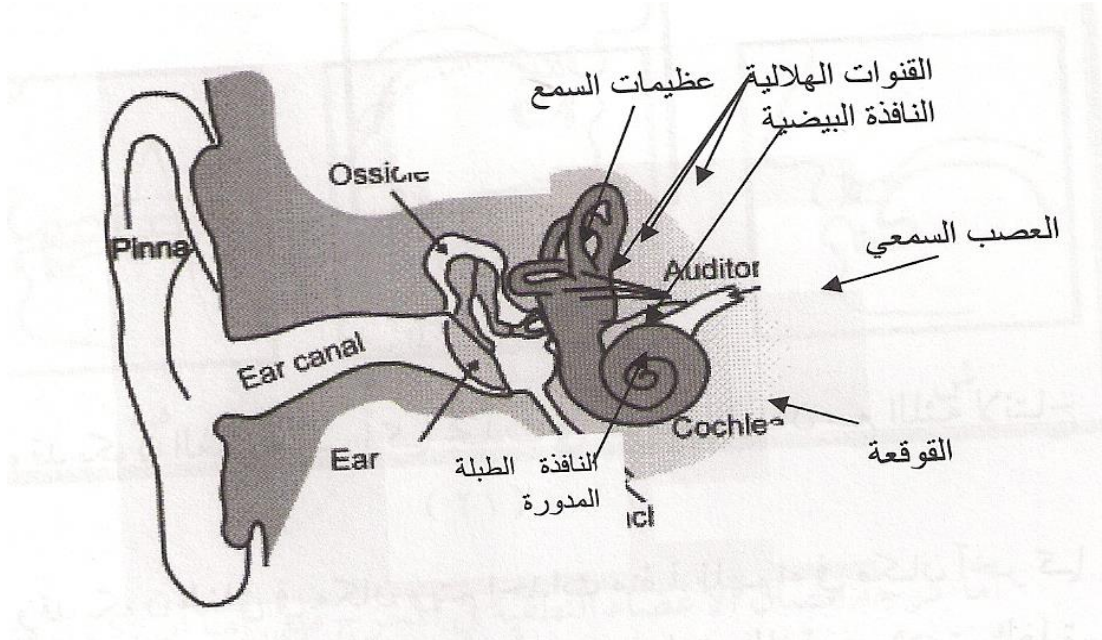
المبحث الأول: الجهاز السمعي فسيولوجياً

لما كانت الأصوات تتكوّن في جهاز النطق، مما دعا إلى التعرف على أعضاء ذلك الجهاز، فإن هذه الأصوات بعد نطقها تتحوّل إلى اهتزازات أو ذبذبات ينقلها الوسط الناقل، فتستقبلها الأذن، وفيها يتمّ التعرف على الذبذبات وإدراك الأصوات⁽⁵⁾؛ لهذا كان من المهمّ الحديث عن فسيولوجيّة جهاز السمع، الذي هو الأذن بإلقاء الضوء عليه، لإعطاء صورة عامّة سريعة عن أجزائه وأعضائه⁽⁶⁾.

وأداة السمع الطبيعية هي الأذن، وهي معقدة التركيب⁽⁷⁾، ويجمع الباحثون على تقسيم الأذن إجمالاً إلى أجزاء ثلاثة، هي: الأذن الخارجية، والأذن الوسطى، والأذن الداخلية⁽⁸⁾.

أولاً: الأذن الخارجيّة

وهي القسم الخارجي من الأذن ويتألف من الصيوان، ومجرى السمع الظاهر (القناة السمعية)⁽⁹⁾، وغشاء الطبل⁽¹⁰⁾. (ينظر: الشكل رقم 2)



الشكل رقم (2)

أجزاء الأذن

من كتاب: محاضرات في علم الأصوات لفاتن خليل محاجزي ص 56

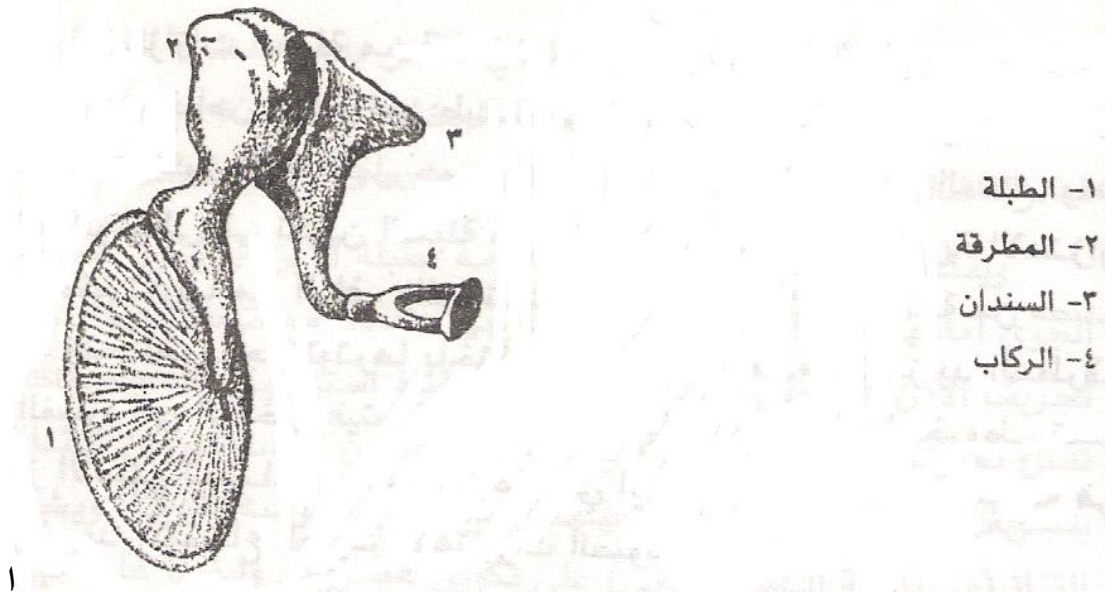
أمّا الصيوان فهو تكوين غضروفي شكله حلزوني موجه نحو الأمام وينتهي بفتحة الأذن التي هي بداية القناة السمعية⁽¹¹⁾.

ويساعد هذا الجزء كثيراً من أنواع الحيوان على تحديد موضع مصدر الصوت، وذلك بسبب قابليته للحركة، ويمكن أن يُؤدّي بالنسبة للحيوان وظيفة غرفة رنين بالنسبة لبعض الترددات، أمّا بالنسبة للإنسان فبالرغم من أنّ العضلتين اللتين يستخدمهما الحيوان في تحريك

صيوان الأذن ما زالتا موجودتين عنده، إنَّهما من النادر أن يستخدمهما الإنسان لأداء مثل هذه الوظيفة، ولذلك فإنَّ أثر هذا الجزء في عملية السمع عند الإنسان غير كبير، وإن كان لا يزال محتفظاً بأهميته إلى حدٍّ ما في تحديد موضع مصدر الصوت، فَبِه يستطيع الإنسان أن يميّز الاهتزازات الأكوستيكية القادمة بشكل مباشر من الاهتزازات القادمة بشكل غير مباشر من الخلف⁽¹²⁾.

وأما القناة السمعية فيبلغ طولها بوصة واحدة وربع البوصة، وتنتهي بالداخل بغشاء طبلة الأذن (مُشار إليها في الشكل رقم 2 بالمصطلح الإنكليزي Ear canal)، ووظيفة القناة السمعية حماية الأجزاء الحساسة في الأذن من الصدمات، ومنع دخول الأشياء الغريبة بالشعيرات الموجودة في مداخل الأذن والمادة الدهنيّة المعروفة بالصملاخ⁽¹³⁾.

وغشاء الطبل (طبلة الأذن): الجزء الثالث من الأذن الخارجية، وإليه تنتهي القناة السمعية، وهو غشاء مُقَعَّر قليلاً من ناحية الأذن الخارجية ولا يتجاوز سمكه (0,1) ملم وتبلغ مساحته (90) ملم² (ينظر الشكل رقم 3) ولكن القسم الفعّال منه الذي يستجيب للتذبذبات



لشكل رقم (3)

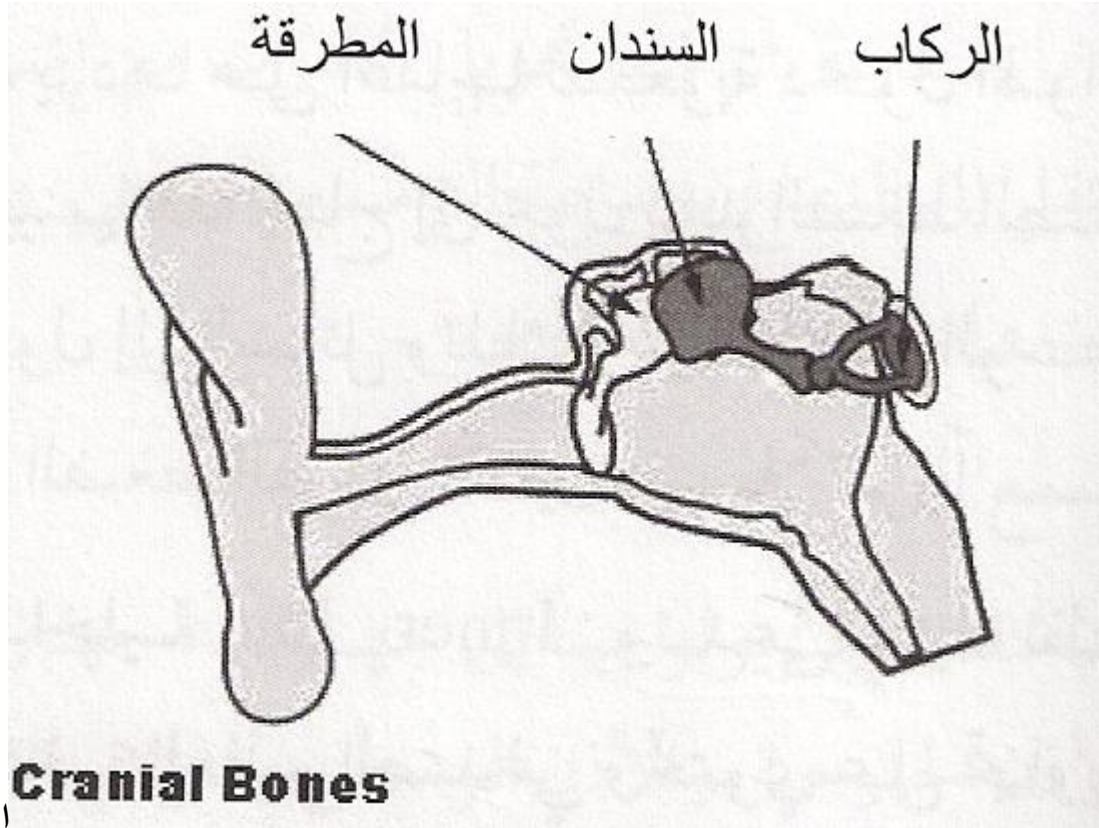
الطبلة والعظيّمات الثلاث

من كتاب: دراسة السمع والكلام لسعد عبد العزيز مصلوح ص 247

لا يزيد على (55) ملم²، ولا تقتصر الطبلة على استقبال الاهتزازات وإنَّما تقوم بوظيفة جدار يحمي الأذن الوسطى⁽¹⁴⁾.

ثانياً: الأذن الوسطى

تتكون الأذن الوسطى من عظيمات السمع، وهي ثلاث عظيمات: المطرقة، والسندان، والركاب، وتقع العظيّمات بهذا الترتيب ابتداءً من طبلة الأذن إلى النافذة البيضاوية؛ لتشكّل وصلة آليّة، تعمل بطريقة الروافع بين الأذن الخارجية والأذن الداخلية⁽¹⁵⁾ (ينظر الشكل رقم 4).



الشكل رقم (4)

العظيّمات السمعية

من كتاب: محاضرات في علم الأصوات لفاتن خليل محاجزي ص 59

هذه السلسلة من العظيّمات السمعية مرتبطة بعضها ببعض، ومعلقة في تجويف الأذن الوسطى المملوء بالهواء بوساطة أربطة غضروفية مرنة تساعد على الاهتزاز والحركة، والاحتفاظ بوضع مُعَيَّنٍ يَكْفُلُ لها حريّة التذبذب والتوازن بغضِّ النَّظَرِ عن الأوضاع الَّتِي يَتَّخِذُها الرأس والجسم، كما تقوم بتكبير الذبذبات الصوتية⁽¹⁶⁾.

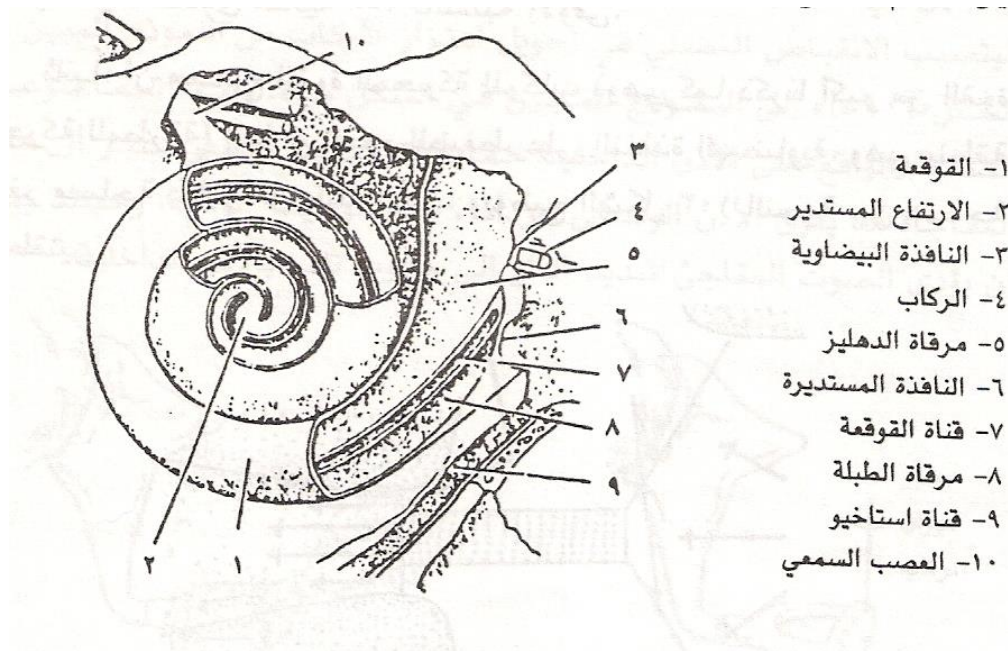
وفي أصل هذه الأذن توجد قناة (ستاخير) الَّتِي تصل الأذن بالحلق الأنفي، ويدخل الهواء عن طريقها إلى الأذن، وبذلك يكون هناك تساو بين الضغطين الداخلي والخارجي، وبتعادلها يمكن لغشاء الطبلة أن يستجيب لأي اهتزاز⁽¹⁷⁾.

ثالثاً: الأذن الداخلية

وتضم ضمن تركيبها (القوقعة)، الَّتِي هي آخر حلقة في عمليّة السمع، بل هي آخر حلقة في عمليّة الاتّصال اللغوي حين يَتِمُّ بين متكلّم وسماع⁽¹⁸⁾.

وتتضم أيضاً القنوات الهلالية الثلاث: القناة الهلالية العليا، والقناة الهلالية الخلفية، والقناة الهلالية الجانبية الأفقية؛ وهي تجاويف يملؤها سائل، وهذه التجاويف مؤلفة من أذن نصف دائرية تقوم بحفظ توازن الجسم⁽¹⁹⁾، ولعل في ذلك رداً على من خصص الجهاز السمعي بعملية السمع فقط، وجردته من أية وظيفة أخرى⁽²⁰⁾.

وبهئنا الآن الحديث عن القوقعة لأنها أهم جزء في الأذن الداخلية بالنسبة لعملية السمع؛ والقوقعة دهليز مغلق تماماً، وذو جدران صلبة في شكل تركيب عظمي، أو تجويف داخل عظم ملتف على بعضه ثلاث مرات تقريباً على نحو يشبه محارة حلزونية (الشكل رقم 5)، وتحتوي القوقعة على سائل يسمى (اللف المحيطي)⁽²¹⁾ تبلغ لزوجته ضعف لزوجة



الشكل رقم (5)

القوقعة

من كتاب: دراسة السمع والكلام لسعد عبد العزيز مصلوح، ص 252
الماء تقريباً، ومملوء بعشرات الآلاف من الأعصاب السمعية، ومغطاة بغشاء حساس وفيها فتحة صغيرة يغطيها عظم الركاب آخر عظم في الأذن الوسطى ويطلق عليها اسم النافذة البيضاوية، وتنقسم القوقعة أفقياً إلى قسمين يفصل بينهما حاجز غشائي يسمى الفاصل القوقعي، ويشكل هذا الفاصل حاجزاً يفصل ما بين القسم العلوي من القوقعة، ويسمى (مرقاة الدهليز) والقسم السفلي المسمى (مرقاة الطبلة)، ويتكون الفاصل القوقعي من قناة القوقعة أو المرقاة الوسطى وعضو كورتني الذي يحتوي على خلايا حساسة يتم فيها تحويل الصوت من إشارة ميكانيكية إلى إشارة

كهربائية تنتقل إلى الدماغ بوساطة العصب السمعي وفي الدماغ تتم عملية ترجمة الإشارات وإدراك الرسالة اللغوية⁽²²⁾.

المبحث الثاني: التعرف على الذبذبات وإدراك الأصوات

يقوم الصيوان بتوجيه الموجات الصوتية إلى الصماخ الخارجي للأذن⁽²³⁾، ويقوم الصماخ بتوصيل الاهتزازات الأكوستيكية إلى طبلة الأذن، وهو لا يكتفي بمجرد التوصيل وإنما يقوم بوظيفة غرفة رنين، تتولى تضخيم الموجات الصوتية عند الترددات القريبة من ترددها الطبيعي، وهكذا يمكن لضغط الهواء بالنسبة للترددات الواقعة ما بين 3000 و 4000 هيرتز (ذ / ث) أن تبلغ الضعفين أو أربعة الأمثال بالنسبة لضغطها عند مدخل الصماخ الخارجي، وبذلك تتمكن الأذن من تمييز بعض الأصوات التي ما كنا لنندركها لو أنَّ طبلة الأذن كانت ظاهرة على السطح⁽²⁴⁾.

تقوم طبلة الأذن بالاستجابة للتذبذبات، وهي حساسة جداً للموجات الصوتية بحيث يحدث عند تحركها ترددات مطابقة للترددات الصادرة عن الجسم المهتز الذي هو مصدر الصوت وتنتقل طبلة الأذن هذه الاهتزازات إلى عظيمات الأذن الوسطى التي تقوم بمحاكاة اهتزاز الطبلة⁽²⁵⁾.

تنتقل العظيمات الموجودة في الأذن الوسطى الموجات الصوتية الواردة من الخارج إلى الأذن الداخلية عبر القناة السمعية، فغشاء الطبل وتحويرها تكبيراً وتضخيماً لتناسب الأعضاء الموجودة في الأذن الداخلية .

وعندما يصل الصوت إلى غشاء الطبل بتردد منخفض فإنَّ هذا الغشاء يهتز كله، وعندما يصل الصوت بتردد مرتفع فإنَّ مناطق معينة من الغشاء تستجيب لنطاقات ترددية مختلفة تنتقل إلى الأذن الوسطى، ومن ثم إلى السائل الموجود في الأذن الداخلية .

ولو فرضنا أن الموجات الصوتية وصلت إلى السائل السمعي مباشرة في شكل اهتزازات هوائية دون أن تحور إلى اهتزازات آلية فلن تنفذ إلى هذا السائل وسوف يردُّها على أعقابها لصعوبة دخول الهواء إلى السائل بسبب درجة المقاومة بينهما، لهذا يحتاج إلى محول يزيد الضغط الصوتي ليسمح بمقدار أكبر منه بالدخول إلى السائل وتلك وظيفة الأذن الوسطى بجميع أجزائها إذ تضاعف الضغط الصوتي ثلاثين ديسيبلاً تقريباً⁽²⁶⁾.

وعندما تهتز عظيمات السمع الثلاث يهتز الركاب اهتزازات مماثلة لاهتزازات طبلة الأذن، فيضغط على النافذة البيضاوية ضغوطاً تتنوع بحسب هذه الاهتزازات، وبذلك ينتقل الضغط إلى البلغم المحيطي الموجود في مرقاة الدهليز، فيحدث فيه موجات يختلف بُعد كل منها عن النافذة البيضاوية بحسب الضغوط الواقعة عليه من الركاب، وتحدث هذه الموجات أثرها عندما تضغط على الفاصل القوقعي فيهتز، وتهتز معه الخلايا الشعرية تبعاً لاهتزاز غشاء سقف

كورتى، وحينئذ تتولد دفعات كهربائية في عضو كورتى، تنقلها الألياف العصبية المثبتة في الغشاء القاعدي، ويتم إرسال إشارات واستجاباتها عبر العصب السمعي إلى المخ⁽²⁷⁾.

أمّا كيفية تعرف العقل على الأصوات الكلامية وتفسيره لها، فهو أمر صرح فيه أحمد مختار عمر بأنه بعيد عن منال الفحص المعلمي؛ يقول: ((وتعرف العقل على الأصوات الكلامية وتفسيرها ما يزال بعيداً عن منال الفحص المعلمي، لأنّ الفحص المباشر للعقل معوق بانفراد الإنسان بخاصّة الكلام فما دامت الحيوانات لا تتكلم، فإنّ التجارب على عقولها لا تعطينا شيئاً، والفحص المباشر للعقل البشري محكوم بقيم أخلاقية، ولهذا فإنّ معلوماتنا في هذا الموضوع ما تزال تخمينية حتّى الآن))⁽²⁸⁾.

خاتمة البحث

بعد هذا العرض الفسيولوجي لأذن الإنسان، وآلية عمل أجزائها؛ أقول:

1. يكاد يجمع الباحثون على أن الأذن الإنسانية ما زالت فيها أمور غامضة، بحاجة إلى بحث وتقصي، وهو ما يضطلع به العلم الحديث .
 2. لعلّه من غير المناسب أن نقصر وظيفة الأذن على السمع فقط؛ ما دامت القنوات الهلالية - أحد أجزاء الأذن الداخلية - لها الدور الأكبر في حفظ توازن الجسم .
 3. يلحظ على الباحثين عند عرضهم للجهاز السمعي، عدم الاتفاق على مصطلح معين، وهو أمر لا يخلو من التذبذب وعدم الوضوح .
- ختاماً أكون غير دقيق إن وصفت بحثي هذا بالإحاطة الشاملة لجهاز السمع؛ لأنّه جهاز واسع متشعب، لكن الذي حاولت الإحاطة به هو طريقة فهم الأذن للموجات الصوتية، وهذا ما أرجو أن أكون وُفِّتُ فيه بالعرض والتحليل .
- والحمد لله عزّ من قائل: **چ ذ ث ت ث ث ث ث ث ث ف ف ف ف چ [ق / ٣٧] .**

الهوامش

1. عبد العزيز أحمد علام: علم الصوتيات، ص131 .
2. أحمد مختار عمر: دراسة الصوت اللغوي، ص45 .
3. علم الصوتيات ص 131 .
4. محمود عكاشة: أصوات اللغة، ص 15-16 .
5. عبد العزيز أحمد علام: علم الصوتيات، ص127 .
6. ينظر: المصدر نفسه، ص127 .
7. إبراهيم أنيس: الأصوات اللغوية، ص15 .

8. ينظر: إبراهيم أنيس: الأصوات اللغوية ص15، وأحمد مختار عمر: دراسة الصوت اللغوي، ص46، وسعد عبد العزيز مصلوح: دراسة السمع والكلام، ص244 - 252، وفاتن خليل محاجزي: محاضرات في علم الأصوات، ص57 .
9. يسميها بعض الباحثين بـ (الصماخ الخارجي) . ينظر: إبراهيم أنيس: الأصوات اللغوية، ص15، وسعد عبد العزيز مصلوح: دراسة السمع والكلام، ص244 .
10. فاتن خليل محاجزي: محاضرات في علم الأصوات، ص57 .
11. المصدر نفسه، ص57 .
12. سعد عبد العزيز مصلوح: دراسة السمع والكلام، ص244 - 245 .
13. فاتن خليل محاجزي: محاضرات في علم الأصوات، ص57 .
14. المصدر نفسه، ص57-58 .
15. سعد عبد العزيز مصلوح: دراسة السمع والكلام، ص248 .
16. فاتن خليل محاجزي: محاضرات في علم الأصوات، ص59 .
17. عبد العزيز أحمد علام: علم الصوتيات، ص127-128 .
18. سعد عبد العزيز مصلوح: دراسة السمع والكلام، ص252 .
19. فاتن خليل محاجزي: محاضرات في علم الأصوات، ص60 .
20. ينظر: عبد العزيز أحمد علام: علم الصوتيات، ص131 .
21. يختلف الباحثون في تسمية هذا السائل ؛ فقد سَمَّاه بعضهم بـ (السائل التيهي) ؛ منهم إبراهيم أنيس في الأصوات اللغوية، ص15، وعبد العزيز أحمد علام في علم الصوتيات، ص128، وسَمَّاه سعد عبد العزيز مصلوح في دراسة السمع والكلام، ص252 بـ (البلغم المحيطي)، وهذا المصطلح الذي نثبته - أعني: اللفظ المحيطي- استخدمته فاتن خليل محاجزي في: محاضرات في علم الأصوات، ص60 .
22. فاتن خليل محاجزي: محاضرات في علم الأصوات، ص60 - 61 .
23. سعد عبد العزيز مصلوح: دراسة السمع والكلام، ص244 .
24. المصدر نفسه، ص246 .
25. فاتن خليل محاجزي: محاضرات في علم الأصوات، ص57 - 58 .
26. فاتن خليل محاجزي: محاضرات في علم الأصوات، ص59 - 60 .
27. سعد عبد العزيز مصلوح: دراسة السمع والكلام، ص255 - 256 .
28. دراسة الصوت اللغوي، ص48 .

المصادر

1. إبراهيم أنيس (دكتور) : الأصوات اللغوية، الطبعة الخامسة، مكتبة الأنجلو المصرية، 1979 .
2. أحمد مختار عمر (دكتور) : دراسة الصوت اللغوي، عالم الكتب، 1418 هـ - 1997 م .
3. سعد عبد العزيز مصلوح (دكتور) : دراسة السمع والكلام - صوتيات اللغة من الإنتاج إلى الإدراك - ، عالم الكتب، 1426 هـ - 2005 م .
4. عبد العزيز أحمد علام (دكتور) ، وعبد الله ربيع محمود (دكتور) : علم الصوتيات، مكتبة الرشد، المملكة العربية السعودية، 1425 هـ - 2004 م .
5. فاتن خليل محاجزي (دكتور) : محاضرات في علم الأصوات، الطبعة الأولى، دار النشر الدولي، المملكة العربية السعودية، 1428 هـ - 2007 م .
6. محمود عكاشة (دكتور) : أصوات اللغة، الطبعة الثانية، الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي، القاهرة، 1428 هـ - 2007 م .